

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

AC

(11)Publication number : 06-130238

(43)Date of publication of application : 13.05.1994

(51)Int.Cl.

G02B 6/12

G02B 5/28

G02B 6/28

(21)Application number : 04-261711

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 30.09.1992

(72)Inventor : KITO TSUTOMU  
OGUCHI TAISUKE  
SUDA HIROYUKI

(30)Priority

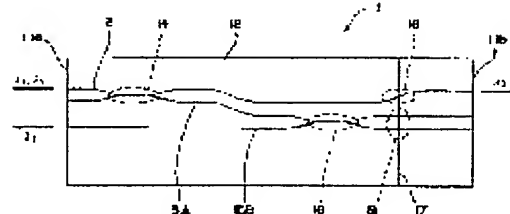
Priority number : 04237979 Priority date : 07.09.1992 Priority country : JP

## (54) OPTICAL DEMULTIPLEXER CIRCUIT

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a compact optical demultiplexer circuit having a small loss and also having good productivity.

CONSTITUTION: In the optical demultiplexer circuit provided with a main waveguide 13, a wavelength separation circuit 14 and loop-back waveguides 15A and 15B, a directional coupler 16 and a dielectric filter 17 for reflecting monitor light are arranged in series on the loop-back waveguides 15A and 15B so as to form a folding circuit, and also, the dielectric filter 17 and the main waveguide 13 cross each other so as to form a monitor light cutting part 18.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.10.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 24.10.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3184332

[Date of registration] 27.04.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2000-18561

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 24.11.2000

[Date of extinction of right]

Best Available Copy

(19)日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-130238

(43)公開日 平成6年(1994)5月13日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 6/12	F	9018-2K		
5/28		7348-2K		
6/28	C	9119-2K		

審査請求 未請求 請求項の数6(全 11 頁)

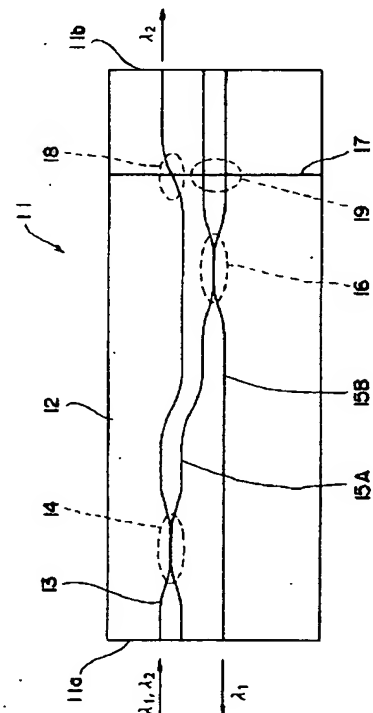
(21)出願番号	特願平4-261711	(71)出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号
(22)出願日	平成4年(1992)9月30日	(72)発明者	鬼頭 勤 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
(31)優先権主張番号	特願平4-237979	(72)発明者	小口 泰介 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
(32)優先日	平4(1992)9月7日	(72)発明者	須田 裕之 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日 本電信電話株式会社内
(33)優先権主張国	日本(JP)	(74)代理人	弁理士 光石 俊郎 (外1名)

## (54)【発明の名称】 光分波回路

## (57)【要約】

【目的】 小形、低損失であると共に製作性が良好な光分波回路を提供する。

【構成】 主導波路13と、波長分離回路14と、ループバック用導波路15A、15Bとを有する光分波回路において、ループバック用導波路15A、15Bに方向性結合器16とモニタ光を反射する誘電体フィルタ17とを直列に配置して折り返し回路を構成し、且つこの誘電体フィルタ17を主導波路13とも交差させてモニタ光カット部18を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力ポート側から信号光及びモニタ光が入射すると共に出力ポート側から信号光が射出する主導波路と、この主導波路の途中に設けられて当該主導波路を伝搬する信号光とモニタ光とを分波する波長分離回路と、この波長分離回路に結合されると共に折り返し回路を有して当該波長分離回路で分波されたモニタ光を入力ポート側へ伝搬・射出するループバック用導波路と、前記主導波路に介装されて出力ポート側からのモニタ光の漏れを防止するモニタ光カットフィルタとを具えた光分波回路において、方向性結合器と前記モニタ光を反射する波長選択反射フィルタとを直列に配置することにより前記ループバック用導波路の折り返し部分を構成し、且つ当該波長選択反射フィルタが前記モニタ光カットフィルタを兼ねていることを特徴とする光分波回路。

【請求項 2】 入力ポート側から信号光及びモニタ光が入射すると共に出力ポート側から信号光が射出するか又は入力ポート側からモニタ光が射出する第 1 の主導波路と、入力ポート側からモニタ光が射出するか又は入力ポート側から信号光及びモニタ光が入射すると共に出力ポート側から信号光が射出する第 2 の主導波路と、前記第 1 及び第 2 の主導波路にそれぞれ設けられて入力ポート側から入射した信号光とモニタ光とを分波する第 1 及び第 2 の波長分離回路と、これら第 1 及び第 2 の波長分離回路を連結すると共に途中に折り返し回路を有して一方の波長分離回路で分波されたモニタ光を他方の波長分離回路に伝搬するループバック用導波路と前記第 1 及び第 2 の主導波路に介装されて出力ポートからのモニタ光の漏れを防止するモニタ光カットフィルタとを具えた光分波回路において、方向性結合器と前記モニタ光を反射する波長選択反射フィルタとを直列に配置することにより前記ループバック用導波路の折り返し回路を構成し、且つ当該波長選択反射フィルタが前記モニタ光カットフィルタを兼ねていることを特徴とする光分波回路。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 において、波長選択反射フィルタと主導波路とは傾いて交差しているが、波長選択反射フィルタとループバック用導波路とは直交していることを特徴とする光分波回路。

【請求項 4】 入力ポート側から信号光及びモニタ光が入射すると共に出力ポート側から信号光が射出する主導波路と、この主導波路の途中に設けられて当該主導波路を伝搬する信号光とモニタ光とを分波する波長分離回路と、この波長分離回路に結合されると共に折り返し回路を有して当該波長分離回路で分波されたモニタ光を前記主導波路の入力ポート側へ伝搬・射出するモニタ光反射用導波路と、前記モニタ光反射用導波路に介装されてモニタ光を反射する前記折り返し回路を構成する波長選択反射フィルタと、前記主導波路に介装されて出力ポート側からのモニタ光の漏れを防止するモニタ光カットフィルタとを具えたことを特徴とする光分波回路。

【請求項 5】 請求項 4 において、波長選択反射フィルタが前記モニタ光カットフィルタを兼ねていることを特徴とする光分波回路。

【請求項 6】 請求項 4 又は 5 において、モニタ光カットフィルタ又は波長選択反射フィルタと主導波路とが傾いて交差していることを特徴とする光分波回路。

## 【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【産業上の利用分野】 本発明は、小形、低損失で製作性が良好な光分波回路に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 光ファイバが通信線路として用いられるとき、敷設時の作業及び敷設後の保守のために、光ファイバ中の障害点（接続不完全、破断など）の有無、更にその位置決めのための技術が重要となる。そこで、光ファイバにパルス光または強度変調光を入射させ、それが障害点で反射して入射側にもどるまでの時間を測定する様々な方法が開発されている。このように、光パルスに対する反射光の時間変化からファイバ内の状態を評価する装置は、OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) と呼ばれている。一般に、戻ってくる光の強度は非常に微弱なので、これを高い SN 比で測定するためには種々の工夫が必要である。SN 比を向上させるためには、入射光パルスのエネルギーを大きくすればよい。この場合の一つの方法はピークパワーを大きくすることであるが、これには実際上限界がある。一方、他の方法としてパルス幅を広げることが考えられるが、この場合には距離分解能が劣化してしまう。よって、実行可能で効果的な一つの SN 比改善法は多数回の測定を行い、その結果を加算平均化することである。

【 0 0 0 3 】 図 1 4 は、OTDR の構成の一例を示し、図中、0 1 はパルス発振レーザ、0 2 はビームスプリッタ、0 3 は受光器、0 4 は加算平均化処理回路、0 5 は出力表示機器、0 6 はファイバ、0 7 は偏向子、0 8 は検光子である。このような構成において、パルス発振レーザ 0 1 から射出した光パルスは偏向子 0 7、ビームスプリッタ 0 2 を透過し、ファイバ 0 6 に入射する。ファイバ 0 6 内を伝搬する光パルスは、接続不完全、破断等の障害点またはファイバ 0 6 の屈折率ゆらぎによって反射される。この反射光はビームスプリッタ 0 2、検光子 0 8 によって受光器 0 3 へ分波される。そして、加算平均化処理回路 0 4 で微弱な反射光の SN 比を向上させてから出力表示機器 0 5 によって光パルスに対する反射光の時間変化が表示される。

【 0 0 0 4 】 上述した構成の OTDR は、第 1 に小型化に関する課題がある。すなわち、高出力のパルス発振レーザが必要であるため、小型化が困難である。次に、第 2 の課題として前述のように反射光が微弱であるため、測定が困難であるという問題が生じる。そこでモニタ光を反射し、信号光を透過する機能を有する光導波回路で

あり、本回路を、ネットワークの端末の前に挿入することにより、OTDRを使うことなく線路状況を常時、把握することができる光分波回路が開発されている。

【0005】従来の光分波回路を図15に示す。同図に示すように、光分波回路1はネットワークに接続する入力ポート1a、右側が端末に接続する出力ポート1bであり、クラッド2には主導波路3A、3Bが形成されている。主導波路3A、3Bの途中には波長分離回路4A、4Bが形成されており、また、これら波長分離回路4A、4Bを連結するループバック用回路5が設けられている。さらに、主導波路3A、3Bの出力ポート1b側を横断するように誘電体フィルタ6が設けられて、モニタ光カット部7A、7Bが形成されている。

【0006】ここで、モニタ光の波長を $\lambda_1$ 、信号光の波長を $\lambda_2$ とし、波長分離回路4A、4Bは波長 $\lambda_1$ のモニタ光をクロスポートへ分波し、波長 $\lambda_2$ の信号光をスルーポートへ透過する波長特性を有するとする。ただし、波長分離回路4A、4Bについて入射する光が伝搬する導波路に隣接する出射側の導波路をクロスポート、入射する光が伝搬する導波路と同じ出射側の導波路をスルーポートという。例えば、波長分離回路4Aについて主導波路3Aの入力ポート1a側から光を入射した場合を考えると、出力ポート1b側の主導波路3Aはスルーポート、ループバック用導波路5に接続している出射側の導波路をクロスポートという。

【0007】このような光分波回路1の製作は、例えば図16に示す方法（特開昭58-105111号参照）により行われる。すなわち、まず、例えば $\text{SiCl}_4$ 、 $\text{GeCl}_4$ 、 $\text{TiCl}_4$ 、 $\text{POCl}_3$ 、 $\text{BCl}_3$ の塩化物を出発原料として火炎加水分解反応によりシリコン等の基板101上に $\text{SiO}_2$ 微粒子層102及び $\text{SiO}_2$ - $\text{TiO}_2$ 微粒子層103を順次積層し（図16（A））、これを焼結することにより下部クラッドガラス層104及びコアガラス層105を形成し（図16（B））、次いで反応性イオンエッチングなどのエッチング加工により所定の主導波路3A、3B、波長分離回路4A、4B、ループバック用導波路5の部分を残して他のコアガラス層を除去し、コア105A、105Bを形成する（図16（C））。次に、このコア105A、105Bを覆うように火炎加水分解反応により $\text{SiO}_2$ 微粒子層106を堆積し（図16（D））、これを焼結することにより上部クラッドガラス層107を形成することにより、光分波回路1とする。

【0008】このような構成における光分波回路1の機能について説明する。主導波路3Aの入力ポート1a側から入射した波長 $\lambda_1$ のモニタ光は、波長分離回路4Aで分波されてクロスポートへ出力され、ループバック用導波路5を伝搬する。ループバック用導波路5は180度曲がって波長分離回路5Bにつながっており、ループバック用導波路5を伝搬したモニタ光は、波長分離回路4Bで分波されてクロスポートへ出力され、主導波路3

Bの入力ポート1a側へ戻されていく。一方、主導波路3Aの入力ポート1a側から伝搬した波長 $\lambda_2$ の信号光は、波長分離回路4Aを透過してスルーポートから出力され、主導波路3Aの出力ポート1b側へ伝搬していく。このとき、波長 $\lambda_2$ の信号光に混在する波長 $\lambda_1$ のモニタ光はモニタ光カット部9aでカットされる。なお、この光分波回路1は主導波路4の入力ポート1a側から波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ の光を入射しても同様に作用する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述した構成の光分波回路1も、第1に小型化に関する課題がある。すなわち、ループバック用導波路5によって波長 $\lambda_1$ のモニタ光の伝搬方向を転換する必要があるため、ループバック用導波路5は所定の曲率半径で湾曲させる必要がある。よって、図15に示すようにループバック用導波路5の曲率半径Rとしたとき、主導波路3A、3Bの間隔は2R程度となる。一般に、光導波路は急激な曲がり部で放射損失を生じる。したがって、放射損失を抑えるためには曲率半径Rとしては50mm以上が要求され、回路寸法は約2R=100mmとなるので、小型化を実現することは極めて困難である。仮に、小型化を実現するため曲率半径Rを1mm程度とすると、曲がり部の放射損失を抑えるため光導波路のコア・クラッド間の比屈折率差 $\Delta$ を2%程度以上、導波路断面の寸法を1 $\mu\text{m}$ ×1 $\mu\text{m}$ 程度としなければならず、光伝送用の石英系単一モード光ファイバとの整合性が悪いという欠点が残る。

【0010】次に、第2の課題としては、波長分離回路4A、4Bの波長特性についてである。一般に、波長分離回路4A、4Bとして、図17に示すように、隣接した2本の光導波路111、112から構成される光方向性結合器113が用いられる。また、図18に示すように、光方向性結合器114、115を連続して設けてこれら光方向性結合器114、115の間のアーム導波路116、117に光路長差( $\Delta L$ )を設けた、マッハツェンダ干渉形光分波回路118も用いられる。しかし、これら光方向性結合器113及びマッハツェンダ干渉形光分波回路118は波長特性が急峻なため、信号光・モニタ光の波長がずれた場合、又は製作ばらつきによって回路の波長特性がずれた場合に、上述した光分波回路1において、主導波路3A、3Bの出力ポート1b側にモニタ光が漏れたり、主導波路3A、3Bの入力ポート1a側へ信号光が戻ってしまったりする。この結果、信号と雑音との比であるSN比が劣化したり、光源の出力を不安定にしたりするという問題が生じる。

【0011】本発明はこのような事情に鑑み、小形、低損失であると共に製作性が良好な光分波回路を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成する本発明に係る光分波回路は、入力ポート側から信号光及びモ

ニタ光が入射すると共に出力ポート側から信号光が出射する主導波路と、この主導波路の途中に設けられて当該主導波路を伝搬する信号光とモニタ光とを分波する波長分離回路と、この波長分離回路に結合されると共に折り返し回路を有して当該波長分離回路で分波されたモニタ光を入力ポート側へ伝搬・出射するループバック用導波路と、前記主導波路に介装されて出力ポート側からのモニタ光の漏れを防止するモニタ光カットフィルタとを具えた光分波回路において、方向性結合器と前記モニタ光を反射する波長選択反射フィルタとを直列に配置することにより前記ループバック用導波路の折り返し部分を構成し、且つ当該波長選択反射フィルタが前記モニタ光カットフィルタを兼ねていることを特徴とする。

【0013】また、入力ポート側から信号光及びモニタ光が入射すると共に出力ポート側から信号光が出射するか又は入力ポート側からモニタ光が出射する第1の主導波路と、入力ポート側からモニタ光が出射するか又は入力ポート側から信号光及びモニタ光が入射すると共に出力ポート側から信号光が出射する第2の主導波路と、前記第1及び第2の主導波路にそれぞれ設けられて入力ポート側から入射した信号光とモニタ光とを分波する第1及び第2の波長分離回路と、これら第1及び第2の波長分離回路を連結すると共に途中に折り返し回路を有して一方の波長分離回路で分波されたモニタ光を他方の波長分離回路に伝搬するループバック用導波路と前記第1及び第2の主導波路に介装されて出力ポートからのモニタ光の漏れを防止するモニタ光カットフィルタとを具えた光分波回路において、方向性結合器と前記モニタ光を反射する波長選択反射フィルタとを直列に配置することにより前記ループバック用導波路の折り返し回路を構成し、且つ当該波長選択反射フィルタが前記モニタ光カットフィルタを兼ねていることを特徴とする。

【0014】さらに、入力ポート側から信号光及びモニタ光が入射すると共に出力ポート側から信号光が出射する主導波路と、この主導波路の途中に設けられて当該主導波路を伝搬する信号光とモニタ光とを分波する波長分離回路と、この波長分離回路に結合されると共に折り返し回路を有して当該波長分離回路で分波されたモニタ光を前記主導波路の入力ポート側へ伝搬・出射するモニタ光反射用導波路と、前記モニタ光反射用導波路に介装されてモニタ光を反射する前記折り返し回路を構成する波長選択フィルタと、前記主導波路に介装されて出力ポート側からのモニタ光の漏れを防止するモニタ光カットフィルタとを具えたことを特徴とする。

【0015】

【作用】前記構成の光分波回路において、主導波路の入力ポート側から入射した信号光は波長分離回路及び波長選択反射フィルタを通過して主導波路の出力ポート側へ出射する。主導波路の入力ポート側から入射したモニタ光は波長分離回路によりループバック用導波路又はモニ

タ光反射用導波路に分波され、方向性結合器と波長選択反射フィルタとが直列に配置された折り返し回路又は波長選択反射フィルタが配置された折り返し回路で折り返されてループバック用導波路の入力ポート側又は主導波路の入力ポート側に出射する。また、主導波路の入力ポート側から入射したモニタ光のうち波長分離回路を通過して主導波路に入った光は波長分離反射フィルタでカットされ出力ポート側へ出射しない。

【0016】

【実施例】以下、本発明を実施例に基づいて説明する。

【0017】（実施例1）図1は本発明の第1の実施例に係る光分波回路を示す。同図に示すように、この光分波回路11は図中左側が入力ポート11a側、右側が出力ポート11b側であり、クラッド12に主導波路13が形成されている。主導波路13の途中には波長分離用方向性結合器14が形成されており、入力ポート11a側の主導波路13のつながるポートと出力ポート11b側の主導波路13のつながるポートとは互いにスループポートの関係になっている。また、クラッド12にはループバック用導波路15A、15Bが形成され、その途中には結合率15%の方向性結合器16が設けられている。そしてループバック用導波路15Aの入力ポート11a側は波長分離用方向性結合器14の出力ポート11b側の他方のポートに結合しており、ループバック用導波路15A、15Bの他の端部は入力ポート11a及び出力ポート11b側の端部まで延びている。さらに、主導波路13及びループバック用導波路15A、15Bを横切るようにガイド溝が形成されて当該ガイド溝に誘電体フィルタ17が挿入されており、モニタ光カット部18及び折り返し部19を形成している。ここで、主導波路13と誘電体フィルタ17とは直交状態から傾いて交差しており、ループバック用導波路15A、15Bと誘電体フィルタ17とは直交している。なお、これによりループバック用導波路15A、15Bの途中に設けられている方向性結合器16と誘電体フィルタ17の折り返し部19とは直列に配置されており、これらがモニタ光の折り返し回路を形成している。

【0018】本実施例で、波長分離用方向性結合器14は図2に示すように、波長 $\lambda_1$ のモニタ光をクロスポートへ出力し、波長 $\lambda_2$ の信号光をスループポートへ出力する波長特性を有している。また、誘電体フィルタ17は、図3に示すように、波長 $\lambda_2$ の信号光を透過する透過特性を有し、図4に示すように、波長 $\lambda_1$ のモニタ光を反射する反射特性を有する。

【0019】次に、本実施例の作製手順の一例について説明する。まず、Si基板上に火炎堆積法によってSiO<sub>2</sub>下部クラッド層を堆積し、次にTiO<sub>2</sub>またはGeO<sub>2</sub>をドーパントとして添加したSiO<sub>2</sub>ガラスのコア層を堆積した後に、電気炉で透明ガラス化した。次に、コア層をエッチングして、所定の光導波路を形成し、最後に、SiO<sub>2</sub>上部クラ

10

20

30

40

50

ッド層を堆積した。作製した光導波路は伝送用単一モード光ファイバとの整合性の良好なコア寸法  $8 \times 8 \mu\text{m}$ 、比屈折率差 0.32% とした。そして、モニタ光カット部 18 と折り返し部 19 が図 1 に示すように一直線上に配置されているため、誘電体フィルタ 17 を挿入するためのガイド溝をダイシングソーによって一括して加工し、このガイド溝に誘電体フィルタ 17 を設置した。

【0020】次に、上述の構成の光回路の機能について説明する。主導波路 13 の入力ポート 11a 側から入射した波長  $\lambda_1$  のモニタ光は波長分離用方向性結合器 14 で分波してクロスポートへ出力され、ループバック用導波路 15A を伝搬した後、方向性結合器 16 と誘電体フィルタ 17 の折り返し部 19 との共同作用で、ループバック用導波路 15B へ折り返して伝搬される。

【0021】ループバック用導波路 15A、15B の折り返し回路においては、図 5 に示すように、鏡像の原理により方向性結合器 16 の鏡像 16' 及びループバック用導波路 15A、15B の鏡像 15A'、15B' が形成されていると考えられる。この結果、つまり結合率 50% の方向性結合器 16 と方向性結合器 16' とが結合した結合器が形成され、ループバック用導波路 15A から入射したモニタ光は 100% ループバック用導波路 15B' に結合することになる。このループバック用導波路 15B' はループバック用導波路 15B の鏡像であるため、現実にはモニタ光はループバック用導波路 15B から入力ポート 11a 側へ出力される。

【0022】また、主導波路 13 の入力ポート 11a 側から伝搬する波長  $\lambda_1$  のモニタ光の一部は、波長分離用方向性結合器 14 によってクロスポートへ完全に分波されずにスルーポートへ漏れるが、モニタ光カット部 18 の誘電体フィルタ 17 で遮断される。ここで、誘電体フィルタ 17 と主導波路 13 とが直交状態に対して傾いているのは、モニタ光カット部 18 での反射を防止するためである。一方、主導波路 13 の入力ポート 11a 側から伝搬する波長  $\lambda_2$  の信号光は方向性結合器 14 を透過してスルーポートへ出力し、主導波路 13 の出力ポート 11b 側へ伝搬していく。

【0023】（実施例 2）図 6 は本発明の第 2 の実施例に係る光分波回路の構成図である。同図に示すように、本実施例の光分波回路 11A は、クラッド 12 に第 1 の主導波路 13A 及び第 2 の主導波路 13B を有し、各主導波路 13A、13B に波長分離用方向性結合器 14A、14B が設けられている。また、ループバック用導波路 15A、15B は波長分離用方向性結合器 14A、14B を連結するように形成されている。誘電体フィルタ 17 は、主導波路 13A、13B 及びループバック用導波路 15A、15B を横断するガイド溝に挿入して設けられ、主導波路 13A、13B とはそれぞれ直交状態から傾いて交差するが、ループバック用導波路 15A、15B とは直交するようになっており、モニタ光カット

部 18A、18B 及び折り返し部 19 とが形成されている。なお、ループバック用導波路 15A、15B の途中に方向性結合器 16 が設けられ、この方向性結合器 16 と折り返し部 19 との直列設置により折り返し回路を構成している点は第 1 の実施例と同様である。

【0024】本実施例の光分波回路 11A は、上下対称な構成であり、作用・効果は第 1 の実施例とほぼ同様であるため、主導波路 13A、13B の何れか一方の入力ポート 11a 側から信号光及びモニタ光を入射すると、信号光は同主導波路の出力ポート 11b 側から出射し、モニタ光は他方の入力ポート 11a 側から出射する。

【0025】（実施例 3）図 7 は本発明の第 3 の実施例に係る光分波回路の構成図である。本実施例の光分波回路 11B は、実施例 2（図 6）の光分波回路 11A の波長分離用方向性結合器 14A、14B の代りにマッハツェンダ干渉形分波器 20A、20B を用いた以外は光分波回路 11A と同じであるので、図 6 と同一作用を示す部分に同一符号を付して重複する説明を省略する。

【0026】マッハツェンダ干渉形分波器 20A、20B は実施例 1、2 で示した波長分離用方向性結合器 14、14A、14B と同様の波長特性が得られるため（小湊他：「MZ 干渉計で構成した導波型 WDM 回路」、信学会論文誌，vol. J73-C1，pp. 354-359，1990 参照）、本実施例の回路も、前述した実施例 2 と基本的に同様の動作をする。

【0027】（実施例 4）図 8 は第 4 の実施例に係る光分波回路の構成図である。本実施例の光分波回路 11C は、実施例 2（図 6）の光分波回路 11A と誘電体フィルタ 17 の配置方向が異なる以外はほぼ同様であるので、図 6 と同一作用を示す部分に同一符号を付して重複する説明は省略する。実施例 2 では入力ポート 11a 及び出力ポート 11b の端面と平行に誘電体フィルタ 17 を配置しているが、本実施例では誘電体フィルタ 17 を端面に対して傾むけて配置している。但し、誘電体フィルタ 17 に対して主導波路 13A、13B は直交状態から傾いているが、ループバック用導波路 15A、15B は直交しているという相対位置関係は実施例 2 と同様であるので、本実施例においても、基本的に実施例 2 と同じ動作が得られる。

【0028】（実施例 5）図 9 は本発明の第 5 の実施例に係る光分波回路の構成図である。本実施例の光分波回路 11D は、実施例 1（図 1）の光分波回路 11 と誘電体フィルタ 17 の配置方向が異なる以外はほぼ同様であるので、図 1 と同一作用を示す部分に同一符号を付して重複する説明は省略する。実施例 1 では誘電体フィルタ 17 を入力ポート 11a 及び出力ポート 11b の端面と平行に配置しているが、本実施例では誘電体フィルタ 17 を端面に対して傾けて配置している。但し、誘電体フィルタ 17 に対して主導波路 13 は直交状態から傾いているが、ループバック用導波路 15A、15B は直交し

ているという相対位置関係は実施例 1 と同様であるので、本実施例においても、基本的には実施例 1 と同じ動作が得られる。

【 0 0 2 9 】（実施例 6）図 1 0 は本発明の第 6 の実施例に係る光分波回路の構成図である。本実施例の光分波回路 2 1 はモニタ光を主導波路の入力ポート側へ出射するものであるが、基本的構成は実施例 1 ～ 5 と類似するので、同一作用を示す部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。実施例 6 では、主導波路 3 とモニタ光反射用導波路 2 2 とを波長分離用方向性結合器 1 4 で結合し、入力ポート 2 1 a 側の主導波路 1 3 と出力ポート 2 1 b 側の主導波路 1 3、並びに入力ポート 2 1 a 側のモニタ光反射用導波路 2 2 と出力ポート 2 1 b 側のモニタ光反射用導波路 2 2 とがそれぞれスルーポートの関係になっている。また、主導波路 1 3 とモニタ光反射用導波路 2 2 とを横切るようにガイド溝が形成されて当該ガイド溝に誘電体フィルタ 1 7 が挿入されており、モニタカット部 1 8 及び折り返し部 1 9 を形成している。

【 0 0 3 0 】ここで、光導波路の誘電体フィルタ 1 7 への入射角度と反射減衰量の関係を図 1 1 に示す。なお、ここで入射角度とは図 1 2 に示すように、誘電体フィルタ 1 7 に対する法線と主導波路 1 3 とのなす角  $\theta$  をいう。図 1 1 に示すように、モニタ光が誘電体フィルタ 1 7 で十分に反射されるためには入射角度を小さくする必要がある。例えば、モニタ光の反射減衰量を 2 d B 以下とするためには入射角度を 1 度以下に設定しなければならない。一方、信号光が誘電体フィルタ 1 7 で反射されずに十分、透過するためには入射角度を大きくする必要がある。例えば、信号光の反射減衰量を 4 0 d B 以上にするには、入射角度は 4 . 6 度以上必要である。よって、モニタ光と信号光について入射角度を同時に満足することは不可能である。例えば、単一の光導波路 1 3 に斜めに誘電体フィルタ 1 7 を挿入した場合、モニタ光の反射減衰量を 2 d B 以下、信号光の反射減衰量を 2 5 d B 以上とするためには入射角度を 3 ～ 3 . 5 度にする必要があり製作が困難である。また、信号光の反射減衰量を更に大きくしようとすればモニタ光の反射減衰量を犠牲にしなければならない。しかしながら、本発明の構成では波長分離用方向性結合器 1 4 で分波しており、モニタ光と信号光が伝搬する光導波路が異なるため誘電体フィルタ 1 7 に対する導波路の入射角度を自由に設定することが可能であるため製作性が良好とある。そして、本実施例の光分波回路では、モニタ光カット部 1 8 における主導波路 1 3 の誘電体フィルタ 1 7 への入射角度は 4 . 6 度以上とするのが好ましい。また、折り返し部 1 9 におけるモニタ光反射用導波路 2 2 の誘電体フィルタ 1 7 に対する入射角度は特に限定されないが、モニタ光の反射減衰量を小さくするのが好ましいため、1 度以下に設定するのが望ましい。

【 0 0 3 1 】次に、上述の構成の光分波回路の機能につ

いて説明する。主導波路 1 3 の入力ポート側から入射した波長  $\lambda_1$  のモニタ光は波長分離用方向性結合器 1 4 で分波されてクロスポートへ出力され、モニタ光反射用導波路 2 1 を伝搬した後、誘電体フィルタ 1 7 の折り返し部 1 9 で再び折り返されて伝搬される。そして、モニタ光反射用導波路 2 1 を折り返してきたモニタ光は、波長分離用方向性結合器 1 4 のクロスポート、すなわち主導波路 1 3 の入力ポート 2 1 a 側へ戻される。また、主導波路 1 3 の入力ポート 2 1 a 側から伝搬する波長  $\lambda_1$  のモニタ光の一部は、波長分離用方向性結合器 1 4 によってクロスポートへ完全に分波されず、スルーポートへ漏れるが誘電体フィルタ 1 7 のモニタ光カット部 1 8 で遮断される。一方、主導波路 1 3 の入力ポート 2 1 a 側から伝搬する波長  $\lambda_2$  の信号光は波長分離用方向性結合器 1 4 を透過してスルーポートへ出力し、主導波路 1 3 の出力ポート 2 1 b 側へ伝搬していく。

【 0 0 3 2 】本実施例の光分波回路は実施例 1 ～ 5 と同様に製造することができる。また、本実施例の光分波回路はネットワークの端末の前に挿入することにより、O T D R を使用することなく線路状況を常時、把握することができる点も上述した各実施例と同様である。

【 0 0 3 3 】なお、本実施例の回路は O T D R と比較し、モニタ光を誘電体フィルタ 1 7 によって強制的に戻すことによって通信線路内の障害点の有無を判別する点異なる。すなわち、反射光が有る場合は線路内に障害点が存在せず、反対に、反射光がない場合は線路内に障害点が存在することになる。よって、通常の O T D R では障害点からの微弱な反射光を検出しなければならないが、本回路では障害点をモニタ光の反射の有無で判定するため、測定が容易となる。更に、ネットワーク終端の情報を得るため信号光と異なる波長の連続発振レーザをモニタ光源として用いることができる点も異なる。

【 0 0 3 4 】（実施例 7）図 1 3 は本発明の第 7 の実施例に係る光分波回路の構成図である。本実施例の光分波回路 2 1 A は、実施例 6（図 1 0）の光分波回路 2 1 の波長分離用方向性結合器 1 4 の代りにマッハツェンダ干渉形分波器 2 3 を用いた以外は光分波回路 2 1 と同じであるので、図 1 0 と同一作用を示す部分に同一符号を付して重複する説明を省略する。ここで、マッハツェンダ干渉形分波器 2 3 は実施例 3 で説明したように波長分離方向性結合器 1 4 と同様の波長特性が得られるため、本実施例の回路も、前述した実施例 6 と基本的に同様の動作をする。

【 0 0 3 5 】なお、以上説明した実施例 1 から実施例 7 ではシリコン基板上に形成された石英系ガラス単一モード光導波路について説明したが、半導体導波路、イオン拡散導波路、他の導波路に対しても本発明が適用できることはいうまでもない。

【 0 0 3 6 】

【発明の効果】以上、実施例に基づいて具体的に説明し



11

たように、本発明は、モニタ光と信号光を分波し、モニタ光のみを任意の反射率の波長選択反射フィルタで戻す構造としたためネットワークの終端の情報が容易に得られる光分波回路を提供できる利点がある。更に、モニタ光カットフィルタを挿入するため主導波路へ漏れるモニタ光を遮断できるとともに、光集積回路技術によって同一基板上に一体化したため小型、軽量、生産性に優れている。また、モニタ光を別の導波路に折り返すループバック導波路を有する回路では、ループバック用導波路を湾曲させずに、方向性結合器と波長選択反射フィルタと

10

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】実施例 1 に係る光分波回路の構成図である。

【図 2】波長分離用方向性結合器の波長特性図である。

【図 3】誘電体フィルタの透過特性図である。

【図 4】誘電体フィルタの反射特性図である。

【図 5】折り返し回路の説明図である。

【図 6】実施例 2 に係る光分波回路の構成図である。

【図 7】実施例 3 に係る光分波回路の構成図である。

12

【図 8】実施例 4 に係る光分波回路の構成図である。

【図 9】実施例 5 に係る光分波回路の構成図である。

【図 10】実施例 6 に係る光分波回路の構成図である。

【図 11】光導波路への誘電体フィルタの入射角度と反射減衰量との関係を示す説明図である。

【図 12】入射角度の説明図である。

【図 13】実施例 7 に係る光分波回路の構成図である。

【図 14】OTDR の構成図である。

【図 15】従来技術に係る光分波回路の構成図である。

【図 16】光分波回路の製作工程を示す説明図である。

【図 17】光方向性結合器を示す説明図である。

【図 18】マッハツェンダ干渉形分波回路を示す説明図である。

#### 【符号の説明】

11, 11A ~ 11D, 21, 21A 光分波回路

12 クラッド

13, 13A, 13B 主導波路

14, 14A, 14B 波長分離用方向性結合器

15A, 15B ループバック用導波路

16 方向性結合器 (結合率 50%)

17 誘電体フィルタ

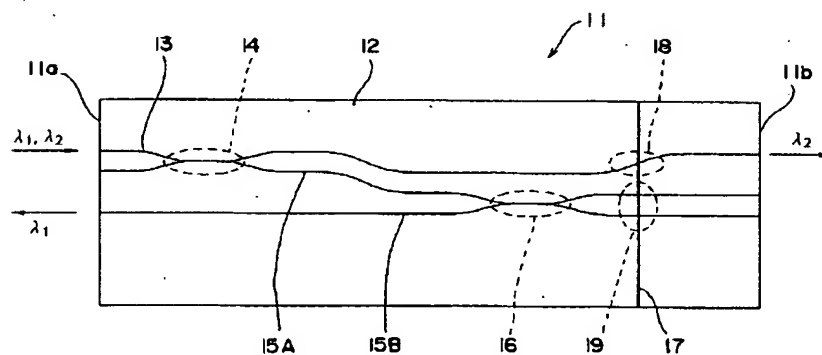
18, 18A, 18B モニタ光カット部

19 折り返し部

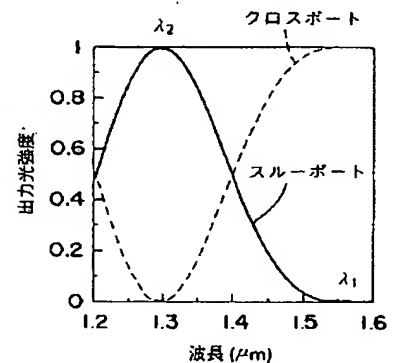
20A, 20B, 23 マッハツェンダ干渉形分波器

22 モニタ光反射用導波路

【図 1】

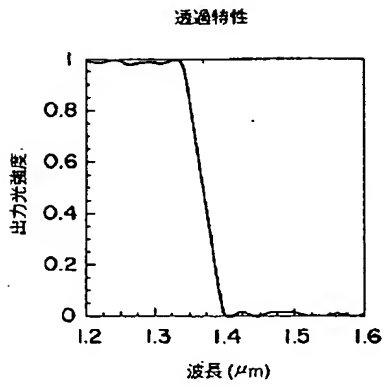


【図 2】

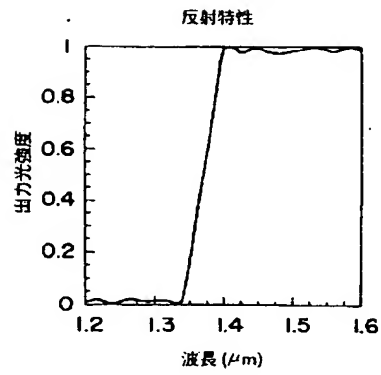




【図 3】

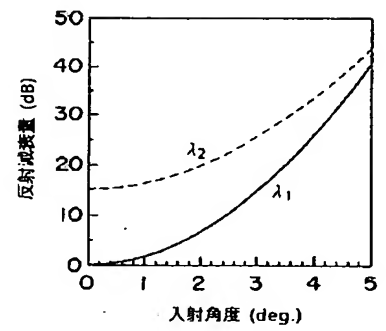
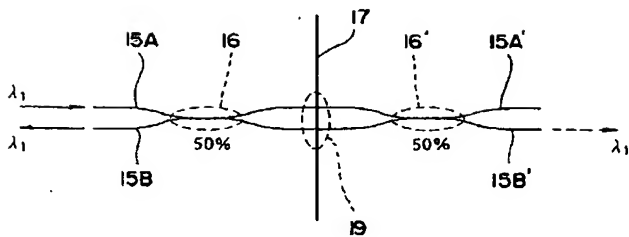


【図 4】

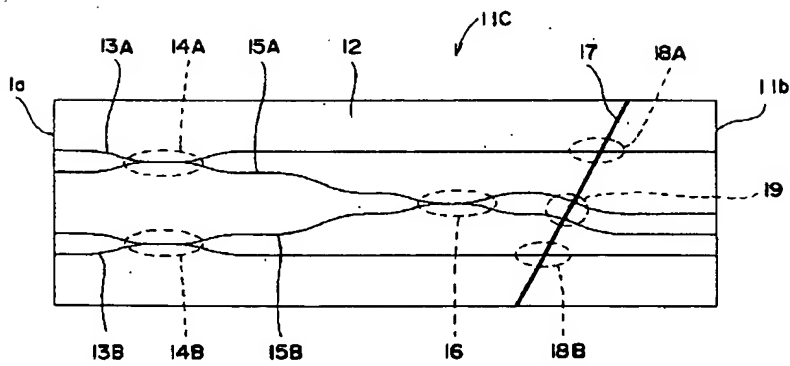


【図 11】

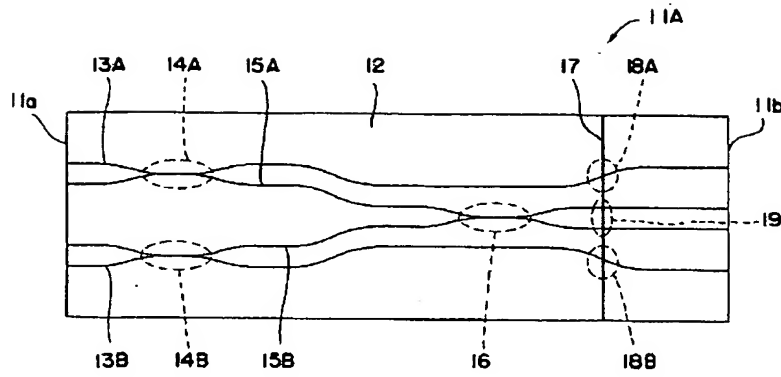
【図 5】



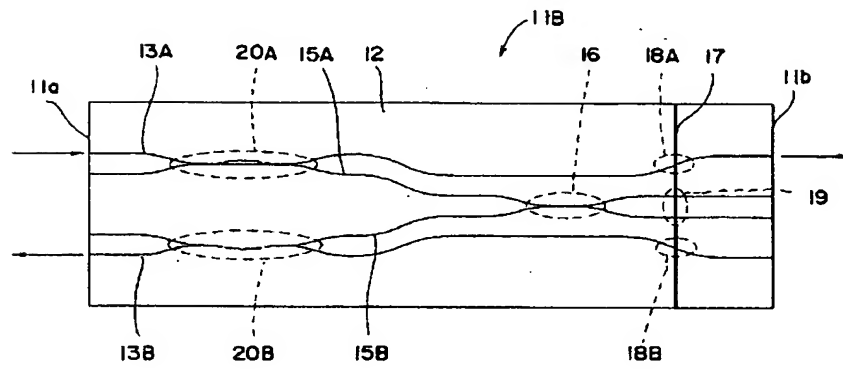
【図 8】



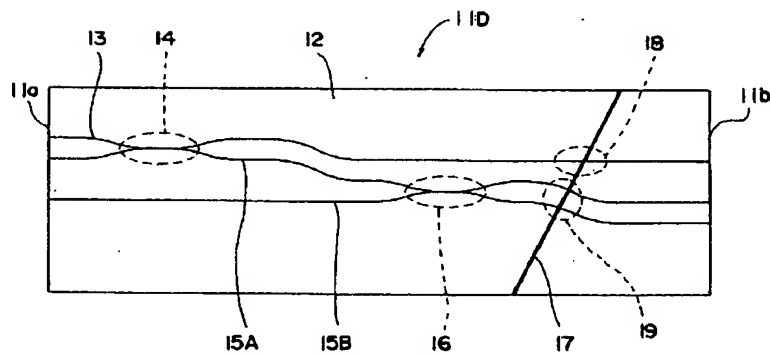
【図 6】



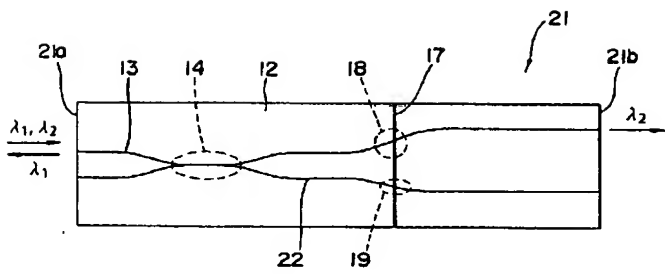
【図 7】



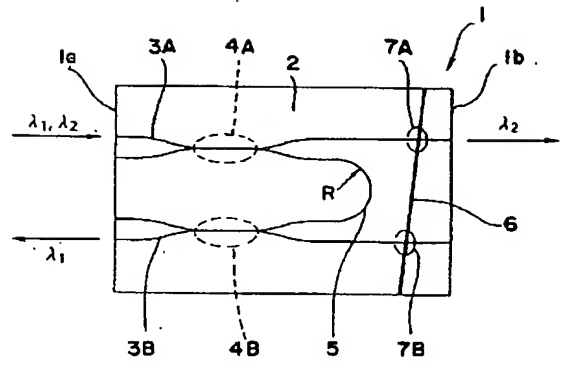
【図 9】



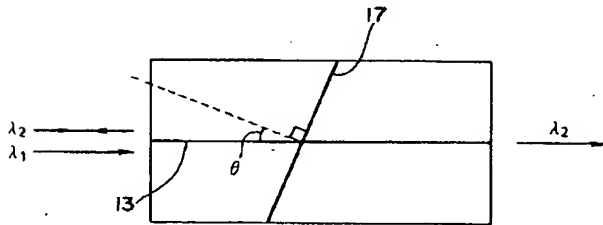
【図 1 0】



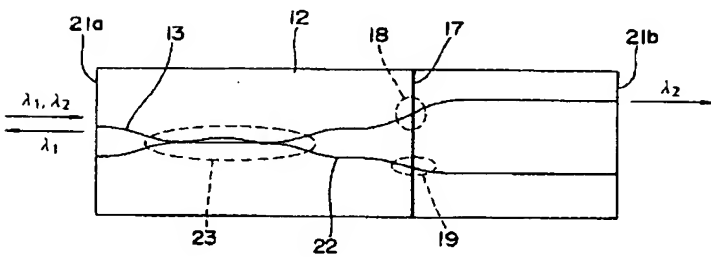
【図 1 5】



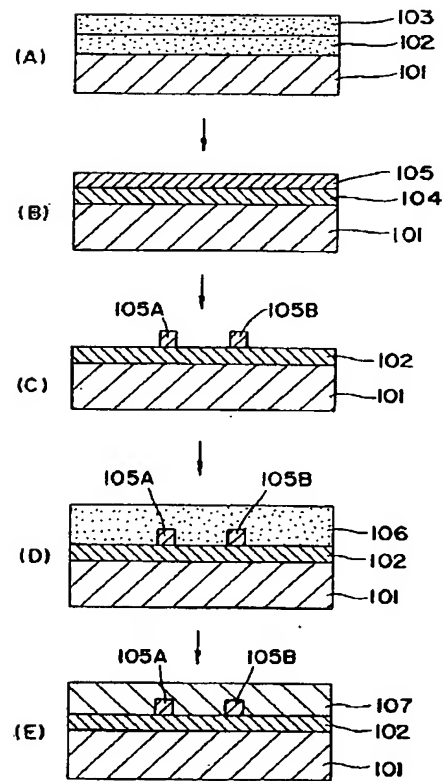
【図 1 2】



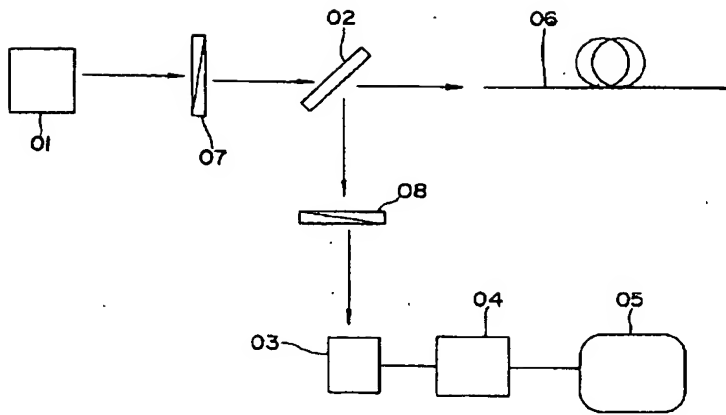
【図 1 3】



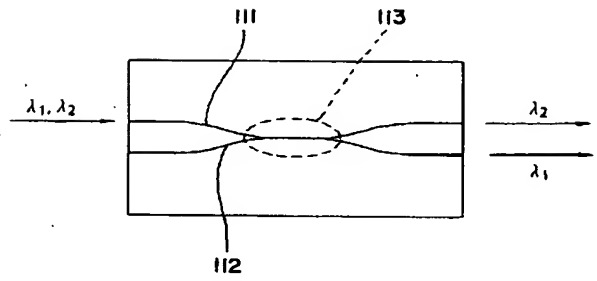
【図 1 6】



【図14】



【図17】



【図18】

